

서비스 로봇을 위한 정보 시스템

Service Robot Information System

박준영*, 박연출**, 이석한***

Joon -young Park, Yeon-Chool Park, June-Hee Lee, Sukhan Lee

Abstract - We proposes integrated information system, *Service Robot Information System*(SRIS), for mobile robot. The system has objectives that can help efficient management and sharing as support information for mobile service robot like recognition, navigation, manipulation and modeling. This paper introduces the concept and architecture of SRIS. An Implementation is done by using ER based database and CAD modeling which is DXF format. The experimental shows the result of object and environment map matching by SLAM. This system is expected that can help reduce the cost and efforts of information management under multiple mobile robot environment.

Key Words : 정보 시스템, 서비스 로봇, 환경/물체 모델링, 정보 표현, CAD

1. 장 서 론

실내 환경에서 이동 서비스 로봇(Mobile Service Robot)[1],[2],[3],[4]은 여러 가지 작업을 수행할 수 있어야 한다. 여러 가지 작업이란 지정된 물체의 파지 및 이동, 실내 환경 데이터의 이해 및 DB 저장 등 광범위하다. 인식(Recognition), 주행(Navigation), 조작(Manipulation)등 가장 기본적인 능력 외에도 자가 맵 생성(SLAM)이나 자가 모델링(Self-Modeling), 범주 인식(Generic Recognition)과 같은 고등 기술들도 요구된다. 그러나 각 기술들이나 능력들이 각자의 데이터 형식이나 저장소를 이용한다면 모듈간의 호환성은 저하될 것이며, 비슷한 정보들을 따로 가지고 있다는 점에서 정보 운용성에 있어 상당한 중복이 발생할 것이다.

예를 들어 주방에 위치한 냉장고 속의 녹차를 가져오게 한다면 로봇은 주행, 인식, 조작 등 일련의 작업들을 수행해야 한다. 그러나 인식을 위한 녹차 정보가 조작을 위한 녹차 정보가 따로 존재하고, 주행을 위한 냉장고와 인식을 위한 냉장고 정보가 따로 산재되어 있다면 통일된 정보의 관리가 어렵고, 정보 중복이 높아진다.

각 기술 별로 서비스 로봇이 독립적으로 구성되어 있다면 그 서비스 로봇이 할 수 있는 서비스는 당연히 한정적이며, 낮은 수준일 것이다. 예를 들어 아무리 뛰어난 주행 능력을 가진 이동 서비스 로봇이라도 상위 레벨의 온톨로지 정보나 의미 수준의 정보 없이는 환경과 물체에 대한 지식 습득 혹은 관계 이해가 불가능할 것이다. 실제로 실내 환경 내에서 서비스 로봇은 환경과 물체에 대한 이해를 바탕으로 하는 작

업들, 예로서 가정환경에서 냉장고 안에 있는 녹차 음료를 가져다주는 것이라든지, 주방 테이블 위에 있는 주스를 거실에 소파에 앉아 있는 주인에게 가져다주는 것 등이 요구된다. 이런 상위 레벨의 작업 및 서비스는 위에서 언급했던 것처럼 정확한 주행 능력과 맵 생성 능력과는 별도로 서비스 로봇을 위한 환경 및 물체에 대한 지식 체계 및 구조를 필요로 한다.

뿐만 아니라 단일 서비스 로봇 환경이 아닌 다수의 서비스 로봇 환경이라면 더욱더 환경이나 물체에 대한 정보 공유가 필요하다[5]. 한 서비스 로봇에 의해 알게 된 정보는 같은 환경 내에 있는 로봇에게 당연히 공유되어야 하며 그 내용이 서비스에 반영되어야 한다.

공간 지도정보와 필요한 정보들을 같이 표현하고 관리하는 방법으로 지리 정보 시스템(GIS- Geometric Information System)구조가 있다[6]. 지리 정보 시스템(GIS)은 사용자로 하여금 지적인 결정(Intelligent Decision)을 돕기 위한 정보체계로서 그래픽 지리정보 위에 속성을 갖는 데이터가 다 계층으로 융합된 시스템이다. 그러나 GIS는 해당 지역에 대한 모든 정보를 가지고 있는 것이 아니라 특수 목적을 가지고 해당 정보만 상세하게 표현하는 것이 일반적이다. 일반적으로 대부분의 GIS는 2차원을 기반으로 한다. 그러나 로봇의 서비스 환경은 2차원뿐만 아니라 3차원 데이터까지 고려되어야 하므로 기존의 GIS의 방법을 전적으로 쓰는 것은 무리가 있다.

CAD를 이용하여 실내 환경을 모델링하는 방법은 수많은 상용 제품들이 있을 정도로 많이 이루어진 분야이다. 그러나 이렇게 각자가 제 나름대로의 형식과 표현을 쓰게 되면서 정보 공유가 어려워 졌는데 건설 분야에서 이를 가능하게 하고자 하는 프로젝트 IFC (Industry Foundation Classes)가 연구되고 있다[7]. IFC란 건설 분야의 전 생명주기(Life cycle) 동안 사용되는 응용프로그램들의 정보를 공유하기 위한 공통

저자 소개

* 박준영: 성균관대학 전자전기학과 석사과정

** 박연출: 성균관대학 지능시스템연구센터 박사

*** 이석한: 성균관대학 정보통신공학부 교수

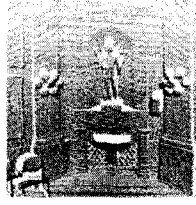
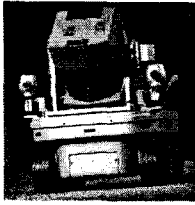


그림 1. Fraunhofer Institute for AIS의 The Autonomous Mobile Robot Kurt3D[8]

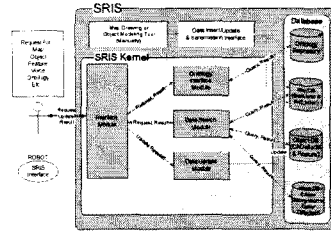


그림 2. Architecture of SRIS

객체 라이브러리이다. 건설 산업은 다양한 특성을 가진 여러 프로세스로 구성되어지며, 각각의 프로세스의 업무 주체인 다수의 사용자들 사이에서 커뮤니케이션과 협력 작업의 과정을 거치면서 정보의 가공된다. 정보는 여러 과정을 거치며 재가공이 이루어지는데 이를 위한 정보의 교환, 공유 그리고 응용 프로그램들의 상호 운용을 가능하게 하기 위한 연구 및 모델링 기술이다. 그러나 현재로서는 아직 표준으로 정해진 것은 없는 상황이며 계속 연구가 진행되고 있다. 이에 따른 응용 프로그램이나 소스 자체도 적은 편이며, 건설 산업 모든 분야를 포괄하기 때문에 서비스 로봇을 위한 환경 데이터 구조로서는 방대한 면이 있다.

이동 로봇을 이용한 자동 정보 취득의 방법은 주행이나 인식, 복원(Reconstruction) 분야에서 많이 이루어져 왔다. 그러나 대부분 이용된 센서 특성에 한정된 자동 정보 취득 혹은 특별한 지식체계와 결합이 없는 원 데이터(Raw data)의 취득에 주로 연구가 이루어져 왔다[8]. 그림 1.은 Fraunhofer에서 사용한 이동 로봇과 취득된 정보를 보여주고 있다. 그렇게 취득된 대부분의 정보들은 서비스 로봇을 위한 정보로 사용하기엔 재사용성이 떨어졌으며 더 높은 단계의 정보나 지식과의 연계나 확장을 위한 정보로 사용되지 못하였다.

본 논문은 이동 서비스 로봇들에게 필요한 정보들을 효과적으로 관리할 수 있는 통일된 지능 정보 시스템인 SRIS(Service Robot Information System)를 제시한다. 이는 인식(Recognition), 주행(Navigation), 조작(Manipulation), 모델 생성(Modeling)등등 이동 서비스 로봇에 필요한 정보들을 종합적으로 제공을 목적으로 한다. 이로 인해 데이터 관리의 효율성을 높여주고 다수 로봇 상황에서의 계산적, 시간적 비용 절감을 가능하게 해줄 것으로 기대된다. 구현은 보편적인 아파트와 같은 공간을 환경으로 하며 CAD로 모델링한 물체 정보를 융합하여 ER 기반의 데이터베이스로 표현하였다.

2. 장 Architecture of SRIS

2.1. SRIS Software Architecture

SRIS는 서비스 로봇에게 필요한 Database와 그 Interface를 제공한다. 이는 단 하나 서비스 로봇만을 위한 것이 아닌, 다수의 서비스 로봇을 위한 정보와 그에 필요한 Interface제공 시스템임을 의미한다. 로봇은 로봇 자신이 원하는 데이터를 SRIS에 요구하게 되고 SRIS는 이를 분석 및 검색하여 그에 알맞은 Data를 제공한다. 갱신된 정보는 다시 SRIS를 통해 다른 로봇에게 제공된다.

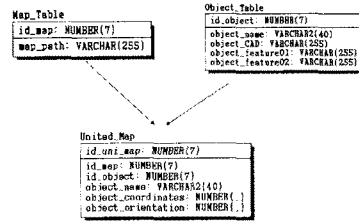


그림 3. 실험에 쓰인 SRIS의 ER Table

SRIS의 초기형태 구성은 온톨로지(Ontology)정보를 지니는 Ontology Repository, 서비스 환경이 되는 공간 환경 정보, 서비스 대상이 되는 물체(Object)정보 그리고 사용자의 구분이나 명령어를 인식하는 Voice Database 등으로 이루어져 있다. 그림 2.는 SRIS의 구조를 보여주고 있다.

이 중에서 공간 환경 정보는 아파트 평면도와 같이 잘 변하지 않는 장기간의 지도-Base Map-정보와 물체의 위치와 같이 매우 빈번히 변하는 단기간 위치 정보-United Map-로 나누어진다. 추후 연구와 개발을 통해 SRIS는 다른 데이터베이스와 함께 확장될 수 있다.

현 단계에선 위에 언급한 데이터베이스 중 공간 환경 정보의 단기간 통합 맵(United Map)을 제외하고 다른 데이터베이스들은 로봇에 의해 갱신되지 않는다. 아직 서비스 로봇의 능력이나 한계로는 서비스 대상이 되는 물체(Object)에 대한 정보나 상위 레벨의 온톨로지 정보를 로봇의 판단으로 변경시키는 것은 무리이기 때문이다. 현재 서비스 로봇이 판단하고 반영할 수 있는 정보는 공간 환경 정보의 통합 맵(United Map)이다. 이는 서비스 환경 내에서 물체(Object)수준-움직일 수 있는 대상-의 대상물에 대한 기준 좌표(Reference frame)에 대한 공간 좌표(Coordinates)와 오리엔테이션(Orientation)정보이다. 이 정보들은 서비스 대상이 되는 물체가 서비스 공간 내에 어디에 존재하는 지를 명시한다. 통합 맵(United Map)에 대해선 다음 장에선 좀 더 설명이 이루어진다. 추후 서비스 로봇에게 신뢰할 만한 공간 지각 능력이나 객체 모델링 능력이 생긴다면 다른 데이터베이스들도 서비스 로봇에 의해 갱신될 수 있을 것이다.

2.2. SRIS Database

서비스 로봇에 있어서 상대적으로 자주 갱신되고 변경되는 데이터들은 주로 물체들(Object)에 대한 공간 좌표정보와 방향정보 일 것이다. 이 데이터들은 특정한 구조를 가지는 형태로 저장되지 않고 관계 테이블로서 표현되게 된다. 기본 맵(Base Map)이 되는 환경 정보를 바탕으로 그 안에 존재하는 물체(Object)에 대한 정보가 참조되는 형식의 통합 맵

(United Map)을 구성하게 된다. 그림 3은 ER 테이블로 구성된 SRIS의 저장 구조를 보여주고 있다.

본 논문에서 SRIS 구현은 관계 테이블(Relation Table)로 구성하였다. 그러나 물체(Object)의 개수가 적거나 정보를 제공받아야 하는 로봇이 한 대라면 DBMS의 오버헤드(Overhead)와 실시간 이슈를 고려하여 로봇 자체 시스템 내에서 파일입출력 방식으로 구성할 수 있다. 차후에 이동 서비스 로봇에 대해 구조와 정보는 Object-Relation Database 방식이나 구조화된 XML 문서 등으로도 표현될 수 있다.

3. 장 구현 및 실험

SRIS의 구현은 성균관대 지능시스템연구센터의 평면도를 바탕으로 기본 맵을 CAD로 생성하였다. 그림 4는 실험에 사용된 맵을 보여주고 있다. 냉장고와 책장과 같이 인식 대상이 되는 물체에 부피정보를 CAD로 모델링하였고, 이 물체에 대한 인식은 SIFT[9]와 라인(Line)기반 알고리즘을 사용하였다. 실험에 사용된 이동로봇은 Bumble Bee Stereo Camera를 장착한 PowerBot-AGV이며, 실험에 사용된 로봇을 나타낸다. 이동로봇에 사용된 CPU와 RAM은 각각 Pentium-IV 3.2Ghz와 1GBytes이다. 본 실험은 SLAM[10],[11]을 통해 이루어졌다. 하지만, 매번 SLAM을 통하여 Map-building과 Localization을 할 수 없고, 기존의 맵을 활용하거나 다른 방법을 통해 로봇의 위치를 찾는 것이 중요하게 대두되었다. 이 문제를 풀기 위해서, 기존에 SIFT를 이용한 SLAM Map과 CAD model인 환경 Map을 matching시키는 방법을 활용하였다. 그림 5. 저장되어있던 SLAM Map과 CAD model Map을 읽어와 로봇을 자율 주행 시킨 후 냉장고를 인식하여 로봇의 위치를 추정할 결과이다.

4. 장 결론

본 논문에서는 실내 환경(Indoor Environment)에서 이동 서비스 로봇(Mobile Service Robot)을 위한 통합 정보 시스템 SRIS를 제시했다. 이는 간 모듈간의 호환성을 높여줄 뿐만 아니라 효율적인 데이터 관리를 도와줄 것이며, 기타 서비스 로봇에게 요구되는 상위레벨의 서비스를 도와줄 수 있는 온톨로지 정보와 지식정보를 제공할 것이다.

뿐만 아니라 단일개의 서비스 로봇 환경만이 아닌 다수의 서비스 로봇 환경에서도 환경과 물체에 대한 정보 공유를 통해 다변하는 환경과 물체에 대한 정보를 실시간으로 제공을 위한 필수적인 정보 시스템이 될 것이다.

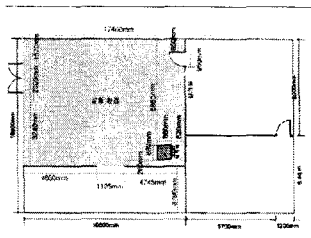


그림 4. a. 구현환경이 되는 공간의 평면도

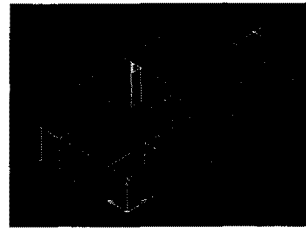


그림 4. b. a의 평면도를 바탕으로 작성된 CAD 지도
그림 4. 실험환경의 기본 맵(Base Map)

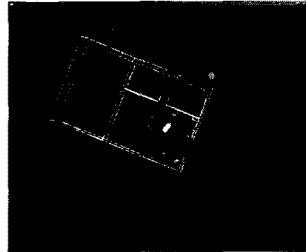


그림 5. SLAM과 SRIS의 매핑

참고 문헌

- [1] MORPHA project, <http://www.morpha.de/>.
- [2] R. Bischoff. HERMES - A Humanoid Mobile Manipulator for Service Tasks. In Proceedings of 1997 Int. Conf. on Field and Service Robots, pp. 508 - 515, 1997.
- [3] B. Graf, M. Hans, and R.D. Schraft. Mobile Robot Assistants. IEEE Robotics and Automation Magazine, Vol. 11, No. 2, pp. 67 - 77, 2004.
- [4] N. Roy, G. Baltus, D. Fox, F. Gemperle, J. Goetz, T. Hirsch, D. Magaritis, M. Montemerlo, J. Pineau, J. Schulte, and S. Thrun. Towards Personal Service Robots for the Elderly. In Workshop on Interactive Robots and Entertainment (WIRE 2000), 2000.
- [5] M.T.J. Span, M.koutek, B.Terwijn, J.R.Kok, H.E.Bal, M.Bosson, F.C.A. Groen, N. Vlassis, "Interactive Visualization, information sharing, planning and learning for a team of robots", In Proceeding of the 5th PROGRESS symposium on Embedded systems, 2004
- [6] 시종익, 이혜진, 하수옥, "국가GIS 서비스 모델 표준화 연구", '국가 GIS 정보화 표준 및 지침 개발' 연구사업 중 「국가GIS서비스 모델 표준화 연구」 과제의 최종 연구보고서, 한국 전산원, 2002.
- [7] 김인한, 서종철, 이수영, 정철오, "건설정보 국제산업표준(IAI/IFC)의 2차원 확장모델 개발에 관한 연구", 2003.
- [8] Kai PervDolz, Andreas Nüchter, Hartmut Surmann, and Joachim Hertzberg, "Automatic Reconstruction of Colored 3D Models", Fraunhofer Institute for Autonomous Intelligent Systems (AIS), 2004.
- [9] D. Lowe. "Object recognition from local scale invariant features," In proceedings of the Seventh International Conference on Computer Vision (ICCV'99), pages 1150 - 1157, Kerkyra, Greece, September 1999.
- [10] Stephen Se, David G. Lowe and James J. Little, "Vision based global localization and mapping for mobile robots", IEEE Transaction on Robotics, pp.364-375, 2005
- [11] Michael Montemerlo, "FastSLAM: A factored solution to the simultaneous localization and mapping problem with Unknown Data Association", PhD thesis, CMU, 2003.